観測衛星による大地震時の市街地被害解析ガイドライン案の検討

阪田　知彦*

Study on Draft Guidelines for Analyzing Build-up Area Damage in Post-Earthquake based on Observation Satellites Data

Tomohiko SAKATA*

Abstract: This paper reports about the study of draft guidelines for analyzing build-up area damage in post-earthquakes based on observation satellites data, which was carried out as part of the development of technology to rapidly grasp built-up area damage in post-earthquakes.
The draft guidelines include the following content: a. Clarification of reference situations, b. Overview of building damage surveys and observation satellite timeline, c. Examples of the use of observation satellites during earthquakes, d. Satellite data analysis methods and case studies.

Keywords: 観測衛星（Observation Satellites），市街地被害（Build-up Area Damage），ガイドライン案（Draft Guidelines），大地震後（Post-Earthquake）

１．はじめに

本稿は，大地震時の面的な市街地被害を迅速に把握するための技術開発の一環で実施した，観測衛星による大地震時の市街地被害解析ガイドライン案の検討についての報告である．

なお，本稿の内容は，著者の前所属組織（国立研究開発法人建築研究所）での取り組みであり，現所属組織の見解を述べるものではない．

１．１　経緯

空間情報としての市街地被害情報は，様々な災害対応において，参照するだけでなく，意思決定に資する重要な情報であることは疑いの余地はないだろう．

その中でも，観測衛星データによる市街地被害の把握については，研究レベルでは様々あるものの，それらを実際に稼働させている事例は少ない．その理由は定かではないが，筆者がこの取り組みを始める時（約 8 年前）に考えていたのは次の 2 点である．一つは，市街地被害の大きな要素である建物の被害状況を把握すること（図-1）は，従来であれば現地調査による方法か，航空機やヘリからの空撮画像の利用が現実的であった．しかし，観測衛星データの分解能等の向上され始めてきたことや，砂防や河川分野等では，観測衛星データの活用に向けた技術開発は先んじて始まっていたことなどを考えると，市街地被害においてもこうした検討が必要だと考えていた．もう一つは，一般論として，特に計算量の問題から，市街地に対しての観測衛星データの解析のハードルが高いことが課題であった．もちろん，従来よりも計算機の環境が飛躍的に向上し，またデータ入手も，クラウド等を介して格段に早くなりつつあったことから，こうした動向をうまく取り入れられないかと考えていた．

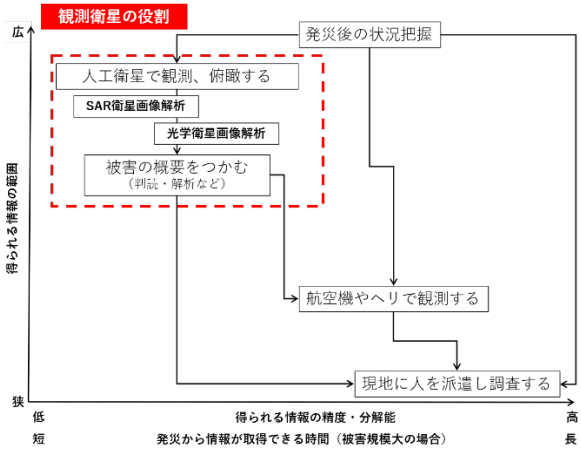


図-1　市街地被害の把握における観測衛星データの立ち位置のイメージ

著者は，2018 年度から 2022 年度まで SIP2 期[注 1)] に，2023 年度と 2024 年度に BRIDGE [注 2)] に参画し，観測衛星データを活用した市街地被害解析システムの開発に従事した．本稿で報告する市街地被害解析ガイドライン案は，BRIDGE の一環で実施した成果の一部である．

*　正会員　　国土交通省国土技術政策総合研究所都市研究部（研究実施時：国立研究開発法人建築研究所）
（Urban Planning Department, National Institute for Land and Infrastructure Management, MLIT）
〒305-0802　茨城県つくば市立原 1 番地　E-mail：sakata-t92ta@mlit.go.jp

1.2　検討体制

ガイドライン案の検討には，国立研究開発法人建築研究所に観測衛星データによる地震被害解析ガイドライン策定検討会[注3)]を設置し，4回に渡って議論を行った．

2．ガイドライン案の内容

ここでは，ガイドライン案に盛り込んだ内容について概説する．ガイドライン案の目次を図-2に示す．

2.1　想定した利用場面について

利用場面の想定は，2種類を検討した．まず1つは，災害後の時間経過と対応フェーズによる利用場面（図-2）である．ここでは，発災後24時間以内，72時間以内，2週間以内，一ヶ月以内，1年以内として，それぞれで行われる災害対応を整理した上で，それぞれにおいて利用が想定される災害把握方法を整理した．もちろん，災害の規模，発災のタイミング（昼間夜間）等により，この区分通りに進む訳ではないものの，一つの目安としては利用できると考えられる．

また，利用場面の想定のもう1つは，ニーズからの整理を行った．ここでは，それぞれをストーリーと呼び，過去の災害時での類似の情報を要した場面を次のように整理した．

ストーリー1：発災後に，災害対応業務において市街地の被害状況を把握したい．シミュレーションではなく，観測されたデータからの解析プロダクトがほしい．今のタイミングだと，どのようなデータソースでどのような解析結果が入手可能なのかを知りたい．

ストーリー2：発災後に，とある衛星が被害状況を撮影したと聞いた．この撮影されたデータを元にどうやって解析するのか知りたい．

ストーリー3：（ストーリー1のサブストーリー）新規に衛星にどうやって撮影してもらえばよいか，またそれをどうやって解析してもらえばよいかを知りたい．

ストーリー4：ある被害状況の解析結果だということで情報共有があったが，これは一体どういうデータをどうやって解析したものかを知りたい．さらに，これは現時点でベストな解析結果なのかを知りたい．

ストーリー5：複数の被害状況の解析結果だということで状況共有があったが，一見すると被害状況に違いがあるように見える．どちらを信頼すればよいのかを知りたい．

- 本ガイドラインの使い方
- ガイドラインが想定する利用者
- 観測衛星解析結果の被害調査における位置付け
- 観測衛星の役割
- 建物被害調査の全体像と観測衛星のタイムライン
- 地震時の観測衛星利用事例（観測事例、能登半島地震での事例）
- 衛星データの解析手法について
- 建築研究所システムを用いた被害解析事例
- 建築研究所システムによらない被害解析事例

図-2　ガイドライン案の目次

2.2　作業レベルでの整理

続いて，先に整理した利用場面ごとに，そこでのデータ取得（観測）から，解析，出力，提供までの一連の作業の流れを整理した（図-4）．災害後の作業の流れは，災害

	災害対応フェーズ※1	想定される災害対応活動	活動に必要な情報収集活動	利用できる情報	衛星観測等
1	概ね災害発生後24時間以内 （初動体制を確立する時期）	**・災害救助法の協議**（住家被害（1～3号基準）による判断） 被災地域・被災建築物の把握 指定避難所、医療救護活動拠点、活動拠点設置予定施設、救援物資集積場所の被災状況把握 被災建築物応急危険度判定開始	被害概要把握のための情報収集	リアルタイム地震被害推定情報：防災科学研究所 メディア、SNSなど 被害報告（住民・消防・警察） 被災地域における交通規制情報 ALOS-2，-4 緊急観測画像解析結果（街区レベルの被災度区分情報）	利用可能衛星に関する情報収集（日本版災害チャータ(BRIDGE)） 緊急観測要請・観測(ALOS-2，-4)、Sentinel-1 ※JAXA協定機関を通じて
2	概ね災害発生後72時間以内 （災害応急対策）	**・二次災害の防止対策** 被災建物応急判定実施計画策定・実施 住宅等被害認定調査の調査方針・実施体制を確立 住宅等被害認定調査開始 被災宅地応急危険度判定開始	被害概要把握のための情報収集（街区単位の被害程度の把握） 被害詳細把握のための情報収集（家屋単位の被害程度の把握）	被害報告（住民・消防・警察） メディア、SNSなど 建物応急判定報告 ALOS-2，-4 緊急観測画像解析結果（街区レベルの被災度区分情報） 高分解能光学衛星解析結果（建物ごとの被災度区分情報）	利用可能衛星に関する情報収集（日本版災害チャータ(BRIDGE)） 広域撮像合成開口レーダ衛星（ALOS-2，-4，Sentinel-1） 高分解能光学衛星（1m以下）（マルチスペクトル）
3	概ね災害発生後2週間以内 （復旧対策）	**・住宅等被害認定** 被災建物応急判定一巡目終了、応援要請の要否判断 住宅等被害認定調査実施 建築基準法84条（被災市街地における建築制限）指定	被害詳細把握のための情報収集（家屋単位の被害程度の把握）	建物応急判定実施結果（一巡目） 高分解能光学衛星解析結果（建物ごとの被災度区分情報） 罹災者からの被害認定申請	高分解能光学衛星（1m以下）（マルチスペクトル）
4	概ね災害発生後1ヶ月以内 （復興対策）	**・応急住宅対策** 被害家屋の片付け、瓦礫の運搬 建築基準法84条期間延長および被災市街地復興推進地域指定の検討	被災戸数の確定	現地調査、ドローン等調査結果	衛星から現地調査、ドローン等の対地高度の低い位置からの調査に移行
※	概ね1年以内	災害対応の検証、地域防災計画、アクションプランの改訂（将来の災害に備えた活動）			

※1 復旧・復興ハンドブック - 内閣府 令和3年3月、基礎自治体の地域防災計画　　ガイドラインの範囲

図-3　利用場面の整理

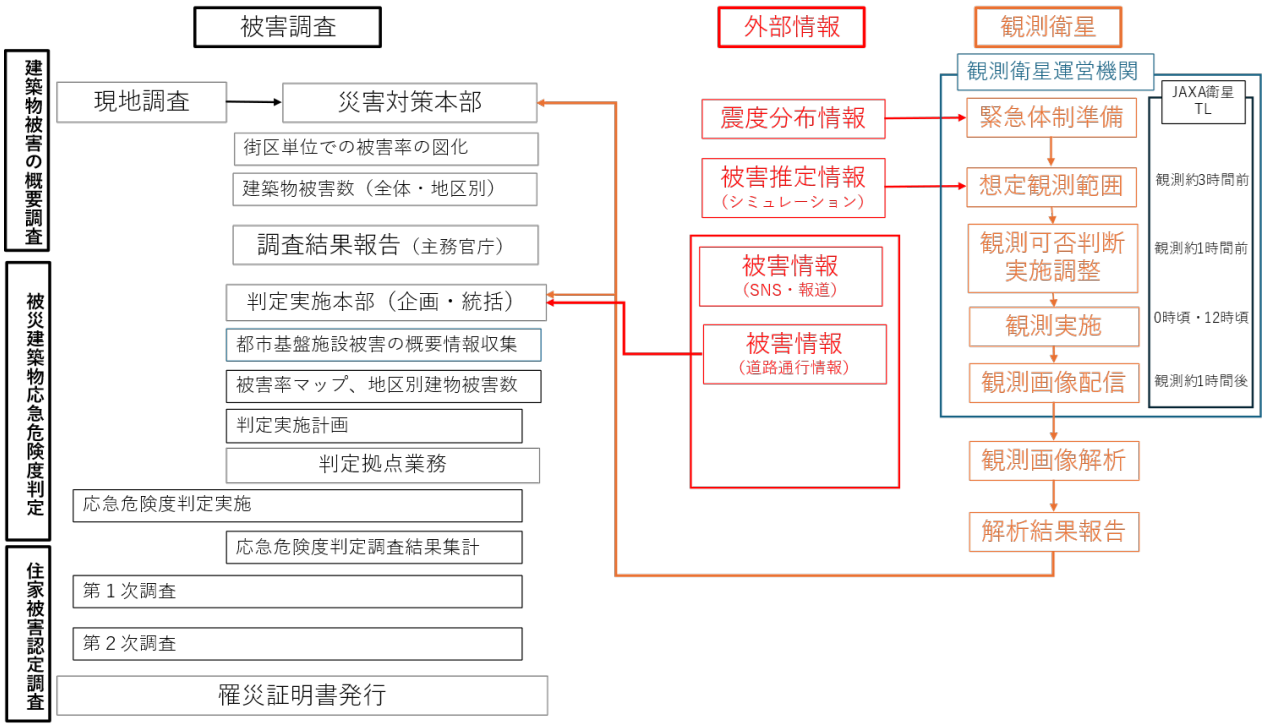
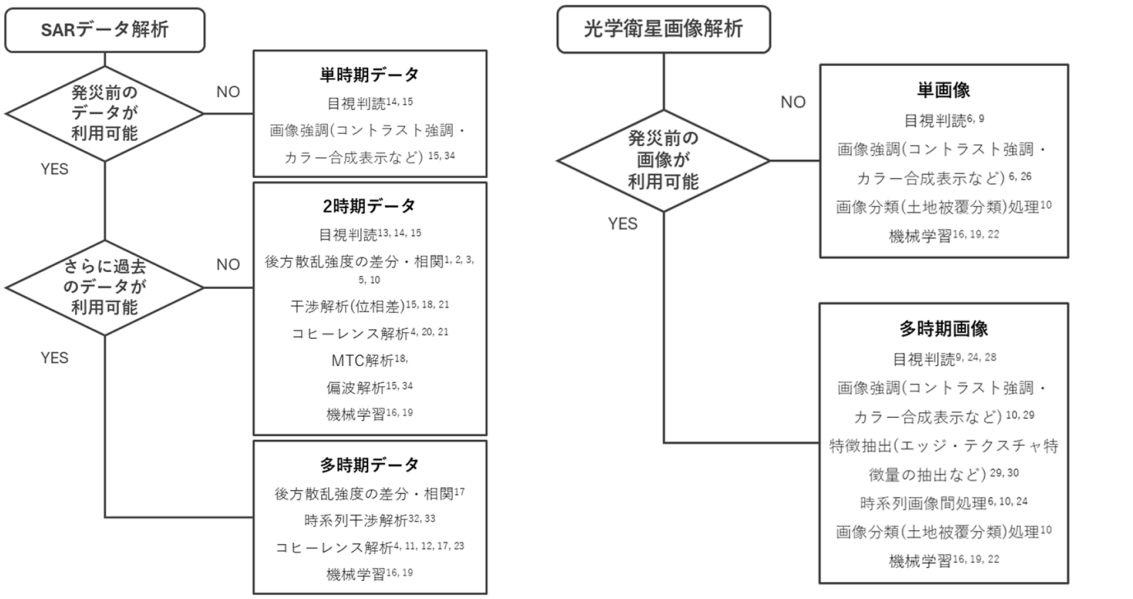


図-4　作業レベルの整理（一例）



※日本リモートセンシング学会（2025）を参考に作成
※図中右肩数字は既往研究の引用番号を示しているが，本稿では紙幅の関係で省略する．

図-5　解析手法の整理（解析手法の選択フロー）

の規模や発災時刻などにより変化するため，それに観測衛星の撮影タイミングからデータ受信までのリードタイムを勘案して，どの作業タイミングで解析結果を渡せるかを見極めることが重要である．これまでは，経験則などによる高度な判断を要すると捉えられてきたが，この整理を通じて，こうした判断への足がかりができたと考えている．

2.3　解析手法の整理

次に，観測衛星データを解析する手法について整理した（図-5）．基本的には，発災後の被害状況を撮影した衛星データがあったとして，発災前の衛星データが利用可能かと発災前の複数時点のデータが活用可能かという視点で判断フローを試作した．もちろん，これ以外のフローも考えられるが，まずは手始めにどの手法を選択すべ

きかを判断できる仕組みを取り入れ，それに各手法の解説へのポインターを設けることで，参照までの手間を少なくすることができた．ここで取り上げた手法は，建築研究所で構築した解析システムで利用している解析手法（SAR は，3 時期コヒーレンス解析，可視光データは AI による被害解析を実装：図-6）に加え，これらに拠らない解析手法についても取り上げている．これにより，その時に入手できているデータで市街地被害を解析することへのハードルを下げることができ，より迅速な市街地把握につながるような仕組みになっている．

3. まとめ

以上，大地震時の市街地被害を迅速に把握するための技術開発の一環で実施した，観測衛星による大地震時の市街地被害解析ガイドライン案の検討について，その概要を報告した．目下，国立研究開発法人建築研究所 Web ページでの公表に向けて，所内手続き等を行っている途上である，今後も内容の精査や，最新の技術動向についての追記等を考えている．特に，小型 SAR 衛星については，このガイドライン案では具体的な解析手法まで記載しなかったため，今後の動向を踏まえた改訂が必要であると考えている．これらについては機会を改めたい．

謝辞

本研究は，SIP2 期[注 1)] と BRIDGE [注 2)] により実施した．また，ガイドライン案の検討においては，一般財団法人リモート・センシング技術センターにご尽力いただいた．記して謝意を表する．

注釈

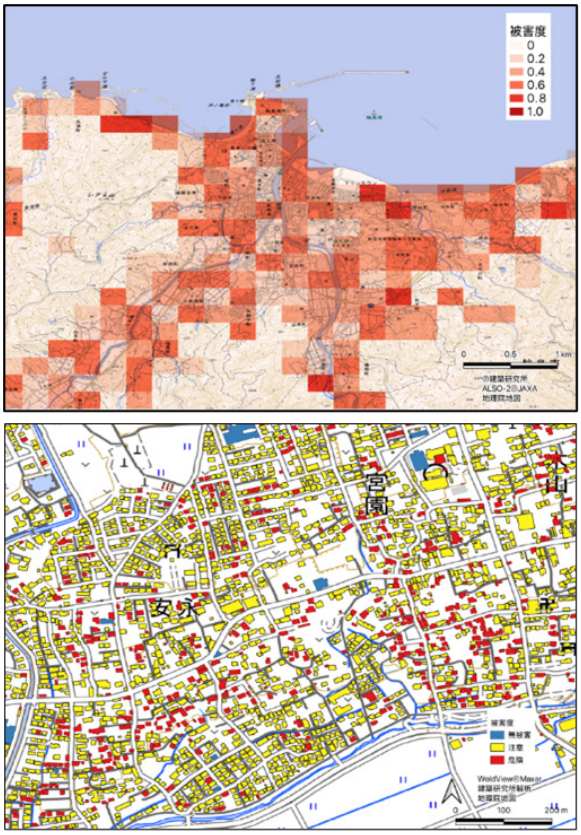
注 1）内閣府 SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）「国家レジリエンス（防災・減災）の強化」-Ⅱ「衛星データ等即時共有システムと被災状況解析・予測技術の開発（主機関：国立研究開発法人防災科学技術研究所）」-国立研究開発法人建築研究所担当課題「建築物被害状況解析システム開発」，2018 年 11 月 - 2023 年 3 月．

注 2）内閣府 研究開発と Society5.0 との橋渡しプログラム（BRIDGE）住宅・社会資本分野における人工衛星等を活用した リモートセンシング技術の社会実装（代表機関：国土交通省国土技術政策総合研究所）－「⑦市街地・ 建築分野」，2023 年 9 月 - 2025 年 3 月．

注 3）検討会のメンバーは表 1 の通り．なお，本稿に記載の言説は，あくまでも著者の見解を示すものであり，検討会メンバーの見解と異なる場合があり得る．

参考文献

日本リモートセンシング学会（2025）基礎からわかるリモートセンシング 第 2 版，理工図書株式会社．



上図：SAR による 3 時期コヒーレンス解析のメッシュ表現
下図：高分解能可視光データによる AI 解析の個別建物での表現

図-6 建築研究所で構築した被害解析システムによる出力例

表-1 観測衛星データによる地震被害解析ガイドライン策定検討会メンバー

氏名（敬称略）	所属・役職等
小林 祐司	大分大学理工学部長・工学研究科長
杉田 暁	中部大学 中部高等学術研究所 国際 GIS センター准教授
寺木 彰浩	千葉工業大学 創造工学部 都市環境工学科 教授
畑山 満則	京都大学巨大災害研究センター ・ 災害情報システム研究領域 教授
平山 英	大阪府都市整備部 事業調整室都市防災課 課長補佐
本田 謙一	国際航業株式会社 事業統括本部 RS・ソリューション部リモートセンシンググループ 担当課長
岩見 達也	国土交通省国土技術政策総合研究所都市研究部都市防災研究室長